

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Konopka

Częstochowa, dnia 14.04. 2020 r.

Politechnika Częstochowska

Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów

42-201 Częstochowa, al. Armii Krajowej 19

konopka@wip.pcz.pl

## RECENZJA

**osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr inż. Tomasza Szymczaka, wykonana zgodnie z wytycznymi Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku opracowana na zlecenie Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej z dnia 20 lutego 2020 roku.**

Opinię opracowałem na podstawie następujących dokumentów przesłanych przez Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej:

- kopia pisma Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów,
- monografia habilitacyjna pt.: "Wpływ Cr, Mo,V i W na proces krystalizacji i właściwości mechaniczne siluminów podeutektycznych".
- autoreferat zawierający życiorys naukowy i osiągnięcia w działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej,
- wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, odbytych stażach, współpracy naukowej i popularyzacji nauki.

### **1. Dane charakteryzujące dr inż. Tomasza Szymczaka**

Dr inż. Tomasz Szymczak urodził się [REDAKTOWANE] w Głownie. Studia wyższe magisterskie ukończył na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej, kierunek *Mechanika i Budowa Maszyn*, specjalizacja *Technika i handel* w 2002 roku. Praca magisterska pt. „Analiza porównawcza kosztów wytwarzania tarczy hamulcowej - wentylowanej różnymi technologiami odlewniczymi" uzyskała wyróżnienie w konkursie

Łódzkiego Oddziału NOT. W tym samym roku dr inż. Tomasz Szymczak rozpoczął studia doktoranckie na macierzystym Wydziale na specjalizacji Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Dnia 22 czerwca 2007 roku dr inż. Tomasz Szymczak uzyskał stopień doktora nauk technicznych nadany uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej na podstawie obrony pracy doktorskiej pt.: „Model wzrostu powłoki na stopach żelaza otrzymywanej w kąpieli Al-Si i jej połączenia z siluminami wieloskładnikowymi”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Stanisław Pietrowski a recenzentami byli prof. dr hab. inż. Piotr Kula i prof. dr hab. inż. Edward Guzik. Praca została wyróżniona przez Wydziałową Komisję Nagród i Odznaczeń Wydziału Mechanicznego PŁ. Od 2007 roku dr inż. Tomasz Szymczak jest zatrudniony na stanowisku adiunkta na Wydziale Mechanicznym w Katedrze Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji Politechniki Łódzkiej.

Dr inż. Tomasz Szymczak w swojej dotychczasowej karierze naukowej zajmował się w szerokim zakresie następującymi zagadnieniami naukowo-badawczymi:

- zanurzeniowe wytwarzanie powłok ze stopów Al na elementach ze stopów żelaza oraz wytwarzanie wyrobów warstwowych w układzie stop Al-stop Fe,
- materiały kompozytowe o wysokich parametrach funkcjonalnych na tłoki silników spalinowych do zastosowań wojskowych,
- badania procesu krystalizacji siluminów metodą różniczkowej analizy termicznej,
- ciśnieniowe odlewanie siluminów wieloskładnikowych,
- technologia odlewania Lost Foam oraz opracowanie nowych gatunków stopów odlewniczych (brązów, stopów magnezu, żeliwa),

Na podkreślenie zasługuje, moim zdaniem, duża wartość naukowa badań w zakresie zanurzeniowego wytwarzania powłok ze stopów Al na elementach ze stopów żelaza oraz badania procesu krystalizacji siluminów wieloskładnikowych metodą różniczkowej analizy termicznej w połączeniu z metodą ciśnieniowego odlewania. Dr inż. Tomasz Szymczak brał udział w kilkunastu projektach naukowo-badawczych tematycznie związanych z kompleksowym badaniem odlewniczych stopów Al-Si. Wynikiem tych badań były liczne publikacje w renomowanych czasopismach naukowych, a także prezentacja wyników na konferencjach międzynarodowych i krajowych potwierdzające szeroką współpracę z wieloma ośrodkami naukowymi w Polsce. Dr inż. Tomasz Szymczak był współautorem dwóch patentów objętych zastrzeżeniem patentowym o zasięgu międzynarodowym.

Dr inż. Tomasz Szymczak realizował zajęcia dydaktyczne na następujących kierunkach studiów dziennych lub zaocznych, I i II stopnia: Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Inżynieria Produkcji, Mechanika i Budowa Maszyn, Inżynieria Materiałowa, Mechatronika, Transport, Organizacja i Zarządzanie oraz Automatyka i Robotyka. Jest kierownikiem przedmiotu Urządzenia technologiczne I prowadzonego na kierunku Inżynieria Produkcji Wydziału Mechanicznego PŁ. Praca w charakterze nauczyciela akademickiego została doceniona przez studentów, czego wyrazem były nominacja w plebiscycie Najlepszy Nauczyciel Roku 2015/16 na Wydziale Mechanicznym PŁ oraz nagroda dla Najlepszego Nauczyciela Roku Akademickiego 2016/17 na kierunku Inżynieria Produkcji Wydziału Mechanicznego PŁ przyznana przez Wydziałową Radę Studentów. Zaangażowanie w pracę dydaktyczną i naukową docenione zostało również przez Władze Uczelni w formie udzielonych, nieprzerwanie w latach 2011-2017, nagród JM Rektora Politechniki Łódzkiej.

## 2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. Tomasz Szymczak wskazał jako osiągnięcie naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej monografię oraz cykl trzech publikacji pod wspólnym tytułem: **"Siluminy podeutektyczne z dodatkiem Cr, Mo, V i W przeznaczone do odlewania pod ciśnieniem części maszyn o podwyższonych właściwościach mechanicznych"**.

Monografia autorska pt.: "Wpływ Cr, Mo, V i W na proces krystalizacji i właściwości mechaniczne siluminów podeutektycznych", została wydana przez Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej w 2019 roku. Recenzentami wydawniczymi monografii byli: prof. dr hab. inż. Zbigniew Gawroński i dr hab. inż. Jarosław Piątkowski. Cykl publikacji tworzą:

1. Szymczak T., Szymczak J., Gumienny G.: „Statistical methods used in the assessment of the influence of the Al-Si alloy's chemical composition on its properties", *Archives of Foundry Engineering*. (2018) Vol. 18, Issue 1, 203-211.
2. Szymczak T., Szymczak J., Gumienny G.: „Evaluation of the effect of the Cr, Mo, V and W content in an Al-Si alloy used for pressure casting on its proof stress", *Archives of Foundry Engineering* (2018) Vol. 18, Issue 2: 105-111.
3. Szymczak T., Szymczak J., Gumienny G.: „Evaluation of the effect of Cr, Mo, V and W on the selected properties of silumins", *Archives of Foundry Engineering* (2018) Vol. 18, Issue 4: 78-82.

Przedstawiona do recenzji monografia jest monotematycznym opracowaniem naukowym łączącym nowoczesną teorię i praktykę z zakresu inżynierii materiałowej odlewniczych stopów Al-Si zawierających dodatki wysokotopliwych pierwiastków Cr, Mo, V i W oraz wytwarzania odlewów z tych stopów metodą wysokociśnieniowego odlewania. Badaną i opisywaną w rozprawie problematykę cechuje atrakcyjność naukowa i właściwości innowacyjne ponieważ po raz pierwszy w Polsce opisano kompleksowo mechanizm wpływu wysokotopliwych pierwiastków Cr, Mo, V i W na krystalizację, kształtowanie struktury i właściwości odlewów z podeutektycznego stopu AlSi.

Badane zagadnienie nie zostało do tej pory wyczerpująco opisane w światowej literaturze naukowej, co wynika prawdopodobnie z faktu, że wysokotopliwe pierwiastki Cr, Mo, V i W nie rozpuszczają się w stopach Al-Si w stanie stałym i tym samym nie dają efektu umocnienia typu roztworowego oraz poprawy właściwości mechanicznych powodowanej tym mechanizmem. Pierwiastki te rozpuszczając się w stanie ciekłym w stopach Al-Si stwarzają natomiast możliwość utwardzania wydzieleniowego siluminów w stopniu zależnym od szybkości krystalizacji i stygnięcia układu. Drugim oczekiwanym pozytywnym efektem obecności tych pierwiastków w siluminach jest zmniejszenie szkodliwego wpływu żelaza na właściwości odlewów. Właśnie nie zbadane zagadnienie tworzenia różnorodnych faz tych pierwiastków z Al i Si (związków chemicznych) dotyczące ich kształtu, wielkości i rozmieszczenia w zależności od szybkości chłodzenia było przedmiotem wieloletnich badań prowadzonych przez dr inż. Tomasza Szymczaka. Z punktu widzenia naukowego i poznawczego badania w tym zakresie uważam za ważne i celowe.

Tekst rozprawy liczy 158 stron, w tym wykaz 206 pozycji literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Monografia jest podzielona na dwie części. W pierwszej części zatytułowanej „Analiza aktualnego stanu wiedzy” przedstawiono informacje dotyczące charakterystyki struktury i właściwości odlewniczych stopów Al-Si, teoretycznych i technologicznych aspektów zabiegów rafinacji i modyfikacji, wysokociśnieniowego odlewania stopów Al-Si w kontekście intensyfikacji odprowadzania ciepła z odlewu oraz opisu wpływu dodatków Cr, Mo, V i W na krystalizację, kształtowanie struktury i właściwości odlewów uzyskane na podstawie przeglądu literatury światowej.

Wysoką oceną wystawiam bardzo dokładnemu i szczegółowemu opisowi mechanizmu krystalizacji siluminów podeutektycznych oraz tworzeniu faz międzymetalicznych pierwiastków wysokotopliwych z Al i Si w warunkach równowagi przedstawionemu na podstawie wykresów równowagi fazowej. Ta część pracy stanowiąca naturalny, konieczny

wstęp i inspirację do badań własnych przedstawionych w części drugiej została opracowana w oparciu o informacje uzyskane z przeglądu bogatej literatury źródłowej oraz badań własnych Autora.

Druga część pracy jest raportem z badań własnych, w której przedstawiono cel, zakres badań, tezę (rozdział 3), metodykę badań (rozdział 4), wyniki badań (rozdział 5) i obszerne opracowanie statystyczne uzyskanych wyników (rozdział 6). Teza formułująca możliwość określenia zawartości dodawanych pierwiastków Cr, Mo, V i W, która spowoduje poprawę właściwości mechanicznych siluminu podeutektycznego EN AC-46000 (AlSi9Cu3Fe) jest trywialna bo nie wskazuje związku przyczynowo-skutkowego wpływu tych pierwiastków na kształtowanie struktury i właściwości stopu Al-Si.

W badaniach krystalizacji metodą różniczkowej analizy termicznej (ATD) wyznaczono charakterystyczne temperatury tworzenia poszczególnych faz w strukturze stopu bazowego AlSi9Cu3Fe oraz stopów AlSi9Cu3Fe z dodatkiem tylko jednego pierwiastka stopowego (Cr, Mo, V i W) i wybranymi kombinacjami udziału wszystkich pierwiastków wysokotopliwych. Uzyskane wyniki potwierdzają strukturę fazową badanych stopów uzyskiwaną w warunkach wolnego stygnięcia (układy równowagi) i zostały one udokumentowane bogatym materiałem zdjęciowym mikrostruktury i identyfikacji faz. Kształt, wielkość i rozmieszczenie wykrystalizowanych faz w odlewach wolnokrzepnących (szybkość stygnięcia w próbniku ATD ma wartość ok. 0.5 K/s) nie może niestety stanowić skali porównawczej do mikrostruktury odlewu krzepnącego w metalowej formie z szybkością ok.100 K/s (odlewanie wysokociśnieniowe). Duże rozmiary ścianowych kryształów międzymetalicznych faz utworzonych przez Cr, Mo, V i W z Al i Si są niekorzystne z punktu widzenia poprawy właściwości mechanicznych

Badania mikrostruktury odlewów ciśnieniowych wykazały silne rozdrobnienie mikrostruktury w porównaniu z odlewami wykonywanymi w formie skorupowej (analiza ATD). Rozdrobnieniu ulegają zarówno dendryty  $\alpha$  (Al), jak i fazy składowe eutektyki. Wprowadzenie do siluminu niewielkiej ilości dodatków wysokotopliwych powoduje zmianę morfologii wydzieleni fazy  $\beta$  (Si) w obszarze eutektyki z płytkowej na bardziej zwartą. Większa zawartość dodatków wysokotopliwych wywołuje pierwotną krystalizację fazy międzymetalicznej  $Al_{15}(Fe,Mn,M)_3Si_2$ . Symbol M oznacza dowolny dodatek pierwiastka wysokotopliwego lub dowolną kombinację takich pierwiastków. Zawartość wprowadzonych dodatków wpływa na ilość wydzielonej fazy pierwotnej oraz wielkość i morfologię jej wydzieleni. Wraz ze wzrostem zawartości dodatków wysokotopliwych w stopie zwiększa się ilość fazy pierwotnej, a jej wydzielenia przyjmują kształt kryształów ścianowych. Wydzielenia te posiadają postać wieloboku lub gwiazdy. W wyniku dużej szybkości

krystalizacji odlewu ciśnieniowego następuje zmniejszenie wymiarów fazy  $Al_{15}(Fe,Mn,M)_3Si_2$  z ok. 300  $\mu m$  do 5  $\mu m$  proporcjonalnie do udziału pierwiastka wysokotopliwego w stopie. Podczas pierwotnej krystalizacji faza  $Al_{15}(Fe,Mn,M)_3Si_2$  ma największe stężenie Cr, mniejsze Mo i V, a najmniejsze W. Duża szybkość stygnięcia podczas krystalizacji dendrytów  $\alpha$  (Al) w odlewie ciśnieniowym, wynosząca ponad 55 K/s, prowadzi do przesylenia dendrytów  $\alpha$  (Al) chromem, molibdenem, wanadem i wolframem, stwarzając korzystne warunki do wydzielania fazy umacniającej o małych rozmiarach, co w konsekwencji prowadzi do poprawy właściwości mechanicznych siluminu. Taki efekt potwierdzają przeprowadzone badania właściwości mechanicznych. W monografii niestety nie rozwinięto bliżej zagadnienia umacniania dyspersyjnego powodowanego nierównowagowym przesyleniem roztworu i wydzielaniem faz międzymetalicznych.

Największe wartości wytrzymałości na rozciąganie  $R_m$  uzyskano dla zawartości każdego z dodatków wysokotopliwych w przedziale 0,05-0,10% masowo. Największy wpływ na zwiększenie  $R_m$  ma dodatek wanadu w ilości 0,05% wag. powodujący wzrost względny  $R_m$  o 15%. Najwyższą wartość umownej granicy plastyczności powoduje dodatek pierwiastka wysokotopliwego w ilości 0,050% wag., przy czym największy wpływ na zwiększenie  $R_{p0.2}$  ma dodatek wanadu. Najwyższe wartości wydłużenia względnego  $A$  powoduje wprowadzenie do siluminu 0,05% V lub 0,15% pozostałych badanych dodatków wysokotopliwych, a dodatek 0,15% Mo zwiększa wydłużenie względem siluminu wyjściowego o 40%. Dla uzyskania wysokiej wartości twardości HB optymalna zawartość chromu, molibdenu i wanadu powinna wynosić ok. 0,05%, a wolframu ok.0,5%.

W rozdziale 6 przedstawiono obszerne opracowanie statystyczne uzyskanych wyników badań o dużej wartości naukowej. Jako narzędzie statystyczne do oceny wpływu zawartości Cr, Mo, V i W w badanym siluminie na poziom analizowanych właściwości mechanicznych wykorzystano analizę regresji i korelacji wielokrotnej oraz test analizy wariancji ANOVA (ANalysis Of VAriance) dla efektów głównych. Wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej świadczą o tym, że każdy analizowany dodatek pierwiastka wysokotopliwego wprowadzony do siluminu w odpowiedniej ilości powoduje podwyższenie  $R_m$ ,  $R_{p0.2}$ ,  $A$  i HB. Porównywanie bezwzględnych wartości poszczególnych właściwości mechanicznych badanych stopów może prowadzić do błędnego wnioskowania ponieważ właściwości stopów bazowych istotnie różnią się, co nie zostało wyjaśnione w monografii.

W posumowaniu przedstawionych w monografii wyników badań stwierdzam, że potwierdziły one jednoznacznie naukową tezę pracy, pozwoliły opisać mechanizm

krystalizacji i tworzenia struktury odlewów. Te pionierskie wyniki badań uznaję za oryginalne osiągnięcie naukowe, mające ważny wymiar teoretyczny. Oceniana monografia jest, w mojej ocenie, jedynym w Polsce tak kompleksowym i naukowym opracowaniem, a jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny uznaję:

- opis procesu krystalizacji siluminów podeutektycznych w warunkach wolnego i szybkiego stygnięcia i powstawania nowych faz pochodzących od wprowadzonych do znormalizowanego stopu AlSi9Cu3Fe dodatków Cr, Mo, V i W,
- określenie optymalnych zawartości pierwiastków Cr, Mo, V i W powodujących największą poprawę właściwości mechanicznych siluminów, co ma niezaprzeczalne znaczenie dla praktyki odlewniczej.

### **3. Ocena istotnej aktywności naukowej**

Dr inż. Tomasz Szymczak jest autorem i współautorem łącznie 42 publikacji naukowych. Cztery publikacje ukazały się w czasopiśmie indeksowanym w bazie Web of Science cytowanych przez Journal Citation Report o sumarycznym IF 4.584. Łączna liczba punktów MNiSW zgodna z rokiem opublikowania wynosi 267 a indeks Hirscha 3. Dr inż. Tomasz Szymczak przedstawił wyniki swoich badań na 21 konferencjach międzynarodowych. Dr inż. Tomasz Szymczak jest autorem kilkunastu opracowań naukowych niepublikowanych. Przytoczone wskaźniki dorobku publikacyjnego dr inż. Tomasza Szymczaka są, w mojej ocenie, wystarczające ale tylko w stopniu dostatecznym do uznania tego dorobku jako spełniającego kryteria ustawy o stopniach i tytule naukowym. Na ocenę tą składa się mała liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora, mała wartość wskaźnika IF publikacji.

Dr inż. Tomasz Szymczak brał udział w realizacji 12 projektów badawczych finansowanych ze środków krajowych i przez Unię Europejską, w dwóch projektach był kierownikiem, a w pozostałych głównym wykonawcą. Osiągnięcia w tym zakresie zaliczam do wyróżniających. Był również kierownikiem 8 projektów realizowanych w ramach funduszy Politechniki Łódzkiej.

Biorąc pod uwagę oceny ilościowe i jakościowe osiągnięć naukowych dr inż. Tomasza Szymczaka określone w Ustawie o Stopniach i Tytułach Naukowych oraz w Rozporządzeniu MNiSW z dnia 1 września 2011r. uznaję je jako wystarczające do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

#### **4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i współpracy międzynarodowej**

Dr inż. Tomasz Szymczak jest długoletnim pracownikiem naukowym Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej. W zakresie dydaktyki prowadzi wykłady, zajęcia laboratoryjne i projektowe ze studentami w zakresie metalurgii, odlewnictwa metali, informatyki i inżynierii produkcji. Był odpowiedzialna za moduły i prowadził zajęcia w ramach różnych kierunków między innymi z przedmiotów: Bezwiórowe techniki wytwarzania (projektowanie), Robotyka, Informatyka (laboratorium), Inżynieria Produkcji, Nowoczesne materiały i technologie, Odlewnictwo, Podstawy projektowania inżynierskiego, Nauka o materiałach. Dr inż. Tomasz Szymczak opracował programy wielu przedmiotów nauczania, między innymi: Urządzenia technologiczne I, Warsztaty specjalistyczne, Techniki Bezwiórowe, Nauka o materiałach.

Dr inż. Tomasz Szymczak Od roku 2018 pełni funkcję promotora pomocniczego rozprawy doktorskiej mgr inż. Barbary Kacprzyk pt. "Żeliwo wermikularne ausferrytyczne otrzymywane bez obróbki cieplnej odlewów", której promotorem głównym jest dr hab. inż. Grzegorz Gumienny, prof. PŁ. Był opiekunem naukowym 8 prac dyplomowych inżynierskich i 13 magisterskich oraz konsultantem naukowym w 4 pracach dyplomowych. Jedna z prac dyplomowych została wyróżniona w Konkursie im. Prof. Wacława Sakwy na najlepszą pracę magisterską z zakresu odlewnictwa w roku akademickim 2015/16.

Dr inż. Tomasz Szymczak uczestniczył w szkoleniach z obsługi programów komputerowych przeznaczonych do wykonywania analiz statystycznych oraz przeprowadzania symulacji krzepnięcia odlewów w formie. Były to następujące kursy: obsługi programu STATISTICA oraz w zakresie obsługi programu MAGMA wersji 5.2., zarządzanie własnością intelektualną i zarządzania informacją.

Dr inż. Tomasz Szymczak nieprzerwanie od 2003 roku jest aktywnym członkiem komitetu organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Naukowej: „Optymalizacja Systemów Produkcyjnych w Odlewniach”. W roku 2011 na zlecenie Łódzkiej Agencji Rozwoju Regionalnego został członkiem zespołu eksperckiego powołanego w celu opracowania „Regionalnego raportu na temat innowacyjności” w ramach projektu „Gildia Aniołów Biznesu” finansowanego z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. W ramach pracy zawodowej był wykonawcą 7 ekspertyz na zamówienie przedsiębiorstw produkcyjnych i handlowych. Ponadto jest autorem 2 recenzji artykułów w czasopiśmie: Journal of Materials Engineering and Performance oraz Materials znajdujących na tzw. liście filadelfijskiej oraz 6 artykułów w czasopiśmie Archives of Foundry Engineering z listy B



MNiSW, które jest indeksowane w serwisach Web of Science oraz Scopus. Od roku 2011 jest członkiem Komisji Odlewnictwa PAN oraz od 2018 r. Łódzkiego Oddziału Stowarzyszenia Technicznego Odlewników Polskich.

Stwierdzam, że dorobek dydaktyczny i organizatorski dr inż. Tomasza Szymczaka jest znaczący i świadczy o jego dużym doświadczeniu i wiedzy, a aktywny udział w realizacji projektów badawczych we współpracy z wieloma ośrodkami naukowymi świadczy o dużych zdolnościach organizatorskich i kierowniczych.

## **5. Wniosek końcowy**

**Na podstawie analizy przedłożonej dokumentacji o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym dr inż. Tomasza Szymczaka stwierdzam, że: osiągnięcia naukowe i istotna aktywność naukowa w zakresie dyscypliny *budowa i eksploatacja maszyn* spełniają wymogi określone w Ustawie o Stopniach i Tytule Naukowym z 2011 roku oraz kryteria wynikające z rozporządzenia MNiSzW z dnia 1 września 2011 roku i na tej podstawie wnioskuję do Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej o nadanie dr inż. Tomaszowi Szymczakowi stopnia doktora habilitowanego.**

